

Ingeniería Química a partir del fomento del aprendizaje cooperativo

Christian Estay Niculcara*, Javier Fernández^b, Santos Gracia Villara^c, Agueda García-Carrillo^c,
Lázaro V. Cremades Oliver^c, Luis Dzul López^{ac}, Margarita González Benítez^c.

^aFundación Universitaria Iberoamericana, Paseo García Faria, 29, CP 08005, Barcelona, España. ^bGestetner.
Avda. Vía Augusta, 71-73, 08174, Sant Cugat del Valles, Barcelona, España. ^cDepartament de Projectes d'Enginyeria,
Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Diagonal, 647, planta 10, C.P. 08028 Barcelona, España.

Chemical Engineering project design methodology based on Cooperative Learning

Metodologia de disseny de projectes d'Enginyeria Química a partir del foment de l'aprenentatge cooperatiu

Recibido: 14 de julio de 2008; aceptado: 12 de agosto de 2008

RESUMEN

Hoy en día la globalización es una realidad. En este sentido, los profesionales químicos (y de otros sectores) deben adaptarse a esta circunstancia que ha alterado las formas de trabajo profesional y ha planteado nuevas formas de educación profesional. Esta realidad se ha materializado finalmente en la elaboración de diversas metodologías de formación docente. Una de ellas es la Metodología de Diseño de Proyectos desarrollada en la Universidad Politécnica de Cataluña. Tal metodología integra y combina en el desarrollo de un proyecto profesional, prácticas de trabajo cooperativas individuales y grupales. Estas prácticas se despliegan en el desarrollo del proyecto a través de tareas presenciales y virtuales desplegadas mediante procedimientos organizacionales y apoyadas con un entorno virtual de trabajo colaborativo (aprovechando las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, TIC). Este trabajo expone la adaptación y aplicación de esta metodología en el diseño de proyectos de ingeniería química. Los resultados muestran que se consigue una formación adecuada a los nuevos retos profesionales y formativos de la globalización, fomentando en particular el autoaprendizaje y la formación continua. El documento se concentra en mostrar el aprendizaje a nivel cooperativo en los estudiantes.

Palabras clave: Diseño de proyectos. Metodología Docente de Proyectos. Educación online. Trabajo Colaborativo.

SUMMARY

Today, the globalization is a reality. In this sense, the chemical professionals (and of other sectors) must adapt to this circumstance that has altered the forms of professional work and has raised new forms of professional education. This reality has been materialized finally in the elaboration of diverse methodologies of educational formation. One of them is the Projects Design Methodology developed in the Technical University of Catalonia. Such methodology integrates and combines in a professional project development, individuals and group work practices. These practices are deployed in the project development through brick-and-mortar and virtual tasks

by means of organizational procedures and a software by collaborative work (taking advantage of the new information and communication technologies, ICT). This paper sets out the adaptation and application of this methodology in the projects design of chemical engineering. The results show that a formation adapted to the new professional and formative challenges of the globalization is obtained, fomenting the self-training and the continuous formation. The document is concentrated in showing the learning cooperative level in the students.

Key words: Projects Design. Projects Teaching Methodology. Online Education. Collaborative Work.

RESUM

Avui dia la globalització és una realitat. En aquest sentit, els professionals químics (i d'altres sectors) han d'adaptar-se a aquesta circumstància que ha alterat les formes de treball professional i ha plantejat noves formes d'educació professional. Aquesta realitat s'ha materialitzat finalment en l'elaboració de diverses metodologies de formació docent. Una d'elles és la Metodologia de Disseny de Projectes desenvolupada en la Universitat Politècnica de Catalunya. Tal metodologia integra i combina en el desenvolupament d'un projecte professional, pràctiques de treball cooperatives individuals i en grup. Aquestes pràctiques es despleguen en el desenvolupament del projecte a través de tasques presencials i virtuals desplegadas mitjançant procediments organitzacionals i suportades amb un entorn virtual de treball col·laboratiu (aprofitant les noves tecnologies de la informació i la comunicació, TIC). Aquest treball exposa l'adaptació i aplicació d'aquesta metodologia en el disseny de projectes d'enginyeria química. Els resultats mostren que s'aconsegueix una formació adequada als nous reptes professionals i formatius de la globalització, fomentant en particular l'autoaprenentatge i la formació continua. El document es concentra a mostrar l'aprenentatge a nivell cooperatiu en els estudiants.

Mots clau: Disseny de projectes. Metodologia Docent de Projectes. Educació online. Treball Col·laboratiu.

* Tel: (+34) 934939900,
E-mail: christian.estay@funiber.org

1. INTRODUCCIÓN

Durante varios años el «Departament de Projectes d'Enginyeria» de la «Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona» (ETSEIB) de la «Universitat Politècnica de Catalunya» (UPC) ha estado impartiendo docencia de proyectos basándose en la Metodología de Proyectos de Jaume Blasco i Font de Rubinat, siendo particularmente la especialidad de Organización Industrial donde se aplicaba de forma más clásica (García-Carrillo *et al.*, 2007). Esta «Metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo y cooperativo basada en la resolución de problemas-proyectos con soporte de entornos virtuales de trabajo» (Estay y Blasco, 2000a; 2000b) se sigue utilizando actualmente en la docencia de la asignatura «Projectes d'Organització Industrial» de la UPC. En la asignatura es obligatorio el desarrollo grupal de un proyecto, el cual deciden los mismos alumnos, aplicando dicha metodología, denominada Metodología Docente de Proyectos en la UPC (MDP-UPC).

Los resultados obtenidos hasta el momento han sido muy satisfactorios, especialmente a nivel de trabajo cooperativo, que es donde realmente se produce el refuerzo y mejora del aprendizaje. No obstante, la asignatura «Projectes de Enginyeria Química», tiene un programa que difiere del de la asignatura de la especialidad de Organización Industrial, tanto a nivel de contenidos como de requerimientos del proyecto a realizar por los estudiantes. En este caso se trata de un proyecto donde la aptitud del profesor ante los alumnos es un factor relevante y es irremplazable a nivel presencial. Este trabajo, expone el trabajo realizado en la mencionada asignatura usando MDP-UPC y se organiza de la siguiente manera: la segunda parte expone las características de la metodología docente aplicada; la tercera parte presenta la forma que adquiere la metodología al aplicarla en base a 3 elementos de fomento de la cooperación; y la cuarta parte expone las conclusiones conseguidas.

2. BASE TEÓRICA DE LA MDP-UPC

Las bases teóricas de esta metodología se encuentran en cuatro libros que exponen el pensamiento y la postura de Blasco: *Comentarios al proyecto -De omni re scibile-* (Blasco, 1966), *Introducción al proyecto. Presentación dinámica por ordenador* (Blasco, 1998), *Los artefactos y sus proyectos* (Blasco, 2000), y *Los proyectos de sistemas artificiales: el proyectar y lo proyectado* (Blasco, 2002).

Cabe añadir que Blasco fue el primero en aplicar una metodología formativa de proyectos que sintetiza varios elementos de su pensamiento, esencialmente sistémicos, semióticos, cognitivos y constructivistas (Estay *et al.*, 2002). La MDP-UPC propone una secuencia ordenada de pasos a seguir por los proyectistas, para asegurar no sólo que la solución propuesta sea adecuada, sino que tanto el problema como los conflictos asociados están bien identificados y delimitados, lo que hará que una vez ejecutado el proyecto que se ha diseñado, el problema se solucione realmente. Una de las cualidades de esta metodología es que es adecuada al diseño de todo tipo de proyectos y aplicable a casos concretos.

2.1. Rasgos esenciales de la MDP-UPC

La metodología combina de forma innovadora una base teórica con fuertes fundamentos metodológicos que la validan, asimismo un trabajo cooperativo estructurado en base a 9 ejercicios que permiten adquirir los conceptos teóricos y esenciales del campo de proyectos y asimilar prácticas de proyectos que interesa interiorizar (tabla 1). Las prácticas son cooperativas y colaborativas, donde las pri-

meras promueven un trabajo en equipo donde se comparten todas las tareas distribuidas de manera equilibrada entre todos los miembros del proyecto; y las segundas usando un entorno virtual de trabajo colaborativo que permite producir y compartir conocimiento como –por ejemplo–, el guardar registros de la fase creativa del proyecto –el llamado diseño–. Los ejercicios se retroalimentan y son un mecanismo para que una persona amplíe su visión acerca del conflicto, el problema y su solución y en lenguaje de proyecto, son una fase o etapa en la resolución de un problema, o en la ejecución de un proyecto.

Los ocho primeros ejercicios corresponden a la resolución de determinados aspectos que permiten precisar el conflicto y determinar el problema que se quiere resolver; el ejercicio restante es una presentación visual de la solución concreta que se propone. Con la elaboración metódica y sistemática de cada uno de los ejercicios, se desarrollan los aspectos más relevantes del proyecto. La idea es que con la realización de estos ejercicios para un caso particular, se generen los conocimientos y capacidades para generalizar y replicar la metodología en el desarrollo de otros proyectos de diferente índole. Para esto se utiliza un lenguaje muy general que pretende ser adecuado a diferentes tipos de proyectos, sin distinción de ámbitos. La filosofía estructural de los ejercicios es cíclica, lo que significa que en la medida que se avanza con el desarrollo de los ejercicios se vuelve a los ejercicios anteriores para mejorar, corregir o complementar información. De este modo se tendrán versiones mejoradas de cada uno, que permitirán obtener un resultado con un mayor valor práctico, fruto de sus múltiples revisiones. De este modo, cada versión final de un ejercicio es un documento que forma parte del diseño del proyecto.

Los enunciados de las tareas que conforman los diferentes ejercicios son en sí la teoría de esta metodología. Se puede añadir que los ejercicios surgieron de muchas horas de conversaciones entre investigadores, profesores, estudiantes y profesionales, en las cuales los ejercicios eran literalmente re-escritos in-situ. De este modo, se ha ordenado el proceso mental de los proyectistas de manera que haya un pensamiento lógico que enlace todos los factores o puntos clave del proyecto y que quede plasmado en los ejercicios. La aplicación de esta metodología a situaciones específicas que simulan el desempeño profesional real ha proporcionado resultados muy satisfactorios, en términos de diseño de proyectos a nivel docente.

2.1.1. Los 9 ejercicios y su proceso de ejecución

El diseño del proyecto comprende un proceso que va de lo general a lo específico. En este proceso, los ejercicios son las etapas que permiten que los proyectistas recorran el camino que va desde el problema y sus conflictos asociados hasta una solución concreta. El proceso aborda primero una perspectiva del entorno y luego, después de un largo análisis que se centra en el servicio a proporcionar por el sistema, se propone la solución específica. Se esquematizará el proceso de diseño del proyecto en función de dos dimensiones. En una de ellas se situará a los ejercicios en función de su cercanía hacia lo real o hacia lo abstracto. La otra dimensión posicionará a los ejercicios en función de su proximidad al problema o a la solución.

En la secuencia de nueve ejercicios, se avanza en forma natural desde el problema hacia la solución; al mismo tiempo, los ejercicios se desarrollan primero en el campo de lo real, posteriormente se centran en aspectos abstractos, donde se modelan los sistemas correspondientes al problema y a la solución escogida; para finalmente volver al ámbito de lo real, donde se finaliza la secuencia con la propuesta real de proyecto final. Esta secuencia a través de las dos dimensiones descritas, se ve en forma gráfica en la figura 1 (Estay *et al.*, 2002).

TABLA I

Los 9 ejercicios de la metodología docente de proyectos (MDP-UPC).

Ejerc.	Tema	Descripción
1	Del conflicto al problema técnico	Identificación del sistema problema real (componentes, fronteras, relaciones, razón de ser) y su conceptualización y abstracción en lenguaje técnico como un sistema problema
2	Personas y cosas involucradas en la resolución del conflicto	Identificación de las entidades humanas y no-humanas del sistema problema ya sea como actores que desempeñan un rol y/o agentes de cambio o alteración (exigencias de los <i>stakeholders</i>)
3	El servicio deseado y las condiciones de prestación	Identificación de lo que el cliente usuario necesita (o exige) en la forma de un servicio deseado y sus condiciones de exigencia, mientras, por contrapartida, identificar lo que se puede ofrecer realmente dado el estado de la técnica y sus limitaciones asociadas, dando lugar así a las condiciones de prestación del servicio. Se relacionan las funciones del servicio deseado con las funciones a prestar, con lo cual se extraen las Funciones del servicio a ofrecer
4	Propuesta de un sistema mental y unidad fáctica capaz de proporcionar el servicio	Identificación del sistema solución toda vez que existe claridad respecto de la factibilidad del <i>matching</i> entre lo que se desea y lo que se puede proveer
5	Los roles de las personas en el sistema propuesto	Identificación y definición de los roles deseados que el sistema solución requiere
6	Unidad de operación: calidad y peligrosidad	Identificación y medición de los riesgos inherentes (en forma de impactos posibles) del sistema solución en tanto composición de elementos humanos y no humanos como por su totalidad respecto de un medio donde va a operar
7	Sistema mental: diseño y especificaciones	Conversión del sistema solución en un sistema solución real, distinguiendo ahora para el sistema humano y el sistema máquina, todos los elementos reales a utilizar y/o su especificación técnica de diseño
8	Petición de Oferta: Ingeniería básica y de detalle	Especificación de la solución como paso previo a su preparación como proyecto técnico a ejecutar con determinadas etapas y recursos económicos y humanos. Esto incluye la conversión de la solución en una propuesta técnicamente sostenible y económicamente rentable
9	Panel de exposición	Presentación pública donde el estudiante expone su proyecto de tal manera que presenta el servicio y problema para un potencial cliente/promotor (financiero, técnico, social, consumidor, etc.)

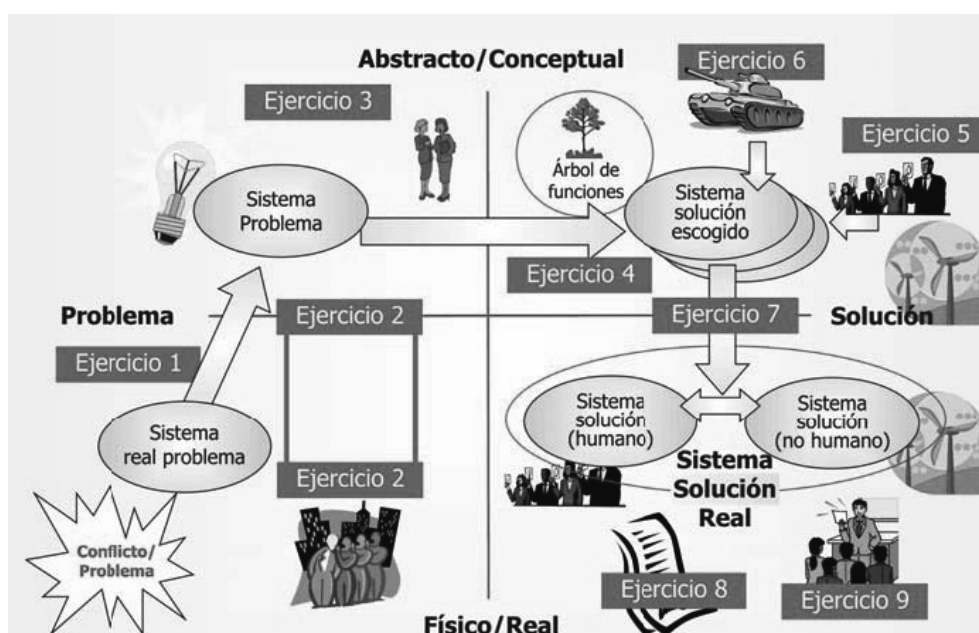


Figura 1. Secuencia de los 9 ejercicios.

En la figura 1 se ve el desarrollo de los ejercicios mediante un modelado de los sistemas que permitirá ir desde el sistema problema (real) hacia un sistema problema (modelo abstracto), luego a un sistema solución (también abstracto); este sistema solución se escoge entre varias opciones y se piensa que es el más apto para dar solución al problema y sus conflictos; finalmente se llega a un sistema solución (real) claramente delimitado y definido en base a especificaciones técnicas que permitirán implementar el proyecto y ejecutarlo con un buen pronóstico de éxito. Cada ejercicio se expresa operacionalmente a través de varios elementos los cuales permiten su realización. Estos elementos son: (i) una descripción del ejercicio que se entrega a cada estudiante que permite comprender el ejercicio y su finalidad e intención; (ii) una guía didáctica que aporta material de estudio al estudiante y que sirve para estudiar la teoría asociada a cada ejercicio; y, (iii) una plantilla que aporta el formato y contenido que debe cumplir el informe del ejercicio y que el estudiante está obligado a seguir y aplicar.

2.2. Trabajo Colaborativo en la MDP-UPC

El trabajo se desarrolla en grupos de alumnos, simulando la experiencia profesional real de llevar a cabo un proyecto. Los grupos los componen entre cuatro y cinco estudiantes, que por medio de técnicas colaborativas realizan el diseño de un proyecto mediante el desarrollo de los nueve ejercicios mencionados en la base teórica. El trabajo en un ejercicio se inicia luego de asignar tareas y no se detiene hasta la aprobación de la versión final. Cada tarea del ejercicio es una llamada a realizar aportaciones, en la forma de comentarios, aclaraciones, peticiones o respuestas. Este mecanismo de respuesta da forma al debate, foro o discusión de los miembros del grupo (Estay *et al.*, 2003). Todo lo anterior conlleva que la organización administrativa de cada grupo contemple la designación de un coordinador, mientras que la organización del trabajo involucra la designación de un responsable para cada ejercicio a resolver. En ambos casos, la finalidad es dirigir la consecución de una solución con animadores (responsables) en los foros del trabajo. La forma de operar pretende garantizar que todos trabajan en todas las etapas del proyecto, como responsables y trabajando en tareas. Este mecanismo garantiza que cada estudiante coopere con sus aportaciones al éxito del grupo y se sensibilice sobre la importancia de trabajar en grupo para conseguir el fin deseado.

2.3. Entorno Virtual de la MDP-UPC

La metodología combina elementos de la comunicación presencial y la comunicación virtual. La comunicación virtual se realiza a través del entorno computacional virtual de trabajo colaborativo BSCW (*Basic Support for Cooperative Working*) que opera como una intranet que permite al estudiante acceder a la oficina de trabajo del grupo (Gracia, 2002), organizando el contenido digital y las acciones virtualizadas en grupos que acceden por invitación a carpetas, documentos, y foros (García-Carrillo, 2004). Eso sí, BSCW no se puede usar sin un marco metodológico que explote su potencial, de lo contrario será simplemente un programa de almacenamiento o repositorio de documentos o mensajes (Estay *et al.*, 2003).

3. METODOLOGÍA PARA PROYECTOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

La metodología propuesta para Ingeniería Química se basa en la resolución de 5 de los 9 ejercicios de la original MDP-UPC (figura 2) cuya relación de retroalimentación se muestra en la figura 3.

3.1. Ejercicios adaptados

Los ejercicios son similares a los 9 originales y son (adaptado de Fernández, 2005) –ver Tabla 2–.

3.2. Fomento de la cooperación como eje de una mejora en el aprendizaje.

La cooperación debe construirse y por ello se han ideado diversos mecanismos para hacerla emerger y/o explotarla para conseguir la solución en el proyecto, los cuales se muestran a continuación. Al inicio de cada ejercicio se encuentran unas notas, de una extensión de una página, referentes a los objetivos que se pretenden conseguir con

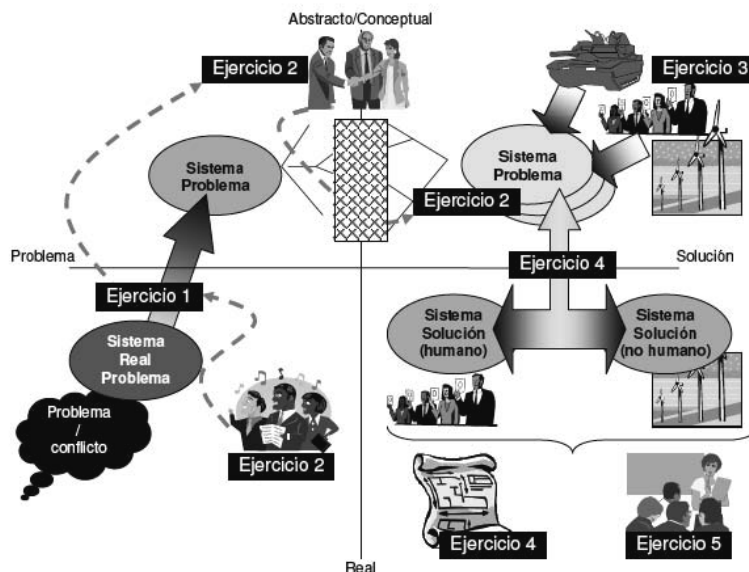


Figura 2. Ejercicios adaptados.

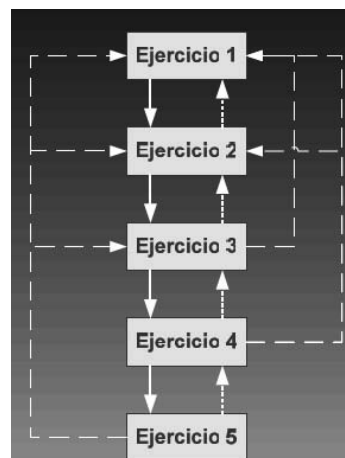


Figura 3. Forma de actuación sobre los ejercicios.

TABLA II

Los 9 ejercicios de la metodología docente de proyectos (MDP-UPC).

Ejerc.	Tema Nuevo	Descripción
1	Del conflicto al problema técnico	Idem al ejercicio 1 original. Se asume que todo problema tiene igual forma de identificarlo y formularlo en base al conflicto.
2	Estudio de alternativas	Funde ejercicios 2 y 3 originales. Se pasa a la identificación de los actores humanos y no humanos en sus diversos roles. El concepto de seguridad es el cambio más importante pues hasta el momento, este concepto sólo se asociaba, en el desarrollo del ejercicio, a la seguridad de los operarios frente a la Unidad Fáctica (Prevención de Riesgos laborales), y en esta nueva versión se induce a considerar situaciones de riesgo, o conjunto de situaciones de riesgo que en conjunto pueden provocar accidentes mayores para, a partir de ello, pensar en el desarrollo del Plan de Emergencia Interior y Exterior. De la experiencia realizada, el elemento de mayor impacto que redundará en una notoria mejora del aprendizaje del estudiante de ingeniería química es a nivel de la cooperación.
3	Requerimientos y características ambientales y de seguridad del proyecto	Funde ejercicios 4-5-6 originales. Desde la antigua noción de proceso químico, se unifica la identificación del sistema solución como el proceso a abordar junto a los actores en roles concretos que asumirán responsabilidades en la solución, unido esto a los riesgos del puesto (vinculado al nuevo ejercicio 2 en el uso más extendido del concepto de seguridad).
4	Diseño básico del proyecto	Funde ejercicios 7 y 8 originales. Aparece la idea de generar la estructura física del proyecto químico (por ejemplo, la idea planta) lo cual se ve mejor al unir la especificación del sistema con sus referentes materiales.
5	Panel para la presentación de la solución propuesta para el conflicto	Idem al ejercicio 9 original. Se entiende que el proyecto debe presentarse a agentes económicos y financieros.

The screenshot shows the BSCW web interface. At the top, there's a navigation bar with 'Archivo', 'Edición', 'Ver', 'Opciones', 'Ir a', and 'Ayuda'. Below this is a toolbar with icons for 'Inicio', 'Público', 'Portap', 'Párra', 'Dir', and 'Agenda'. The main content area shows a document titled 'Su ubicación: jfernandez / 2003/2004(otoño)-Proyectos 01 / Alumnos prof. Cisteró / g103-3: Desalinización E (Coordinador: María Verica) / Ej1: Del conflicto al problema técnico. (Responsable: Jose Luis Torres) / Versiones finales'. Below this is a table with columns: 'Nombre', 'Size', 'Compartido', 'Nota', 'Calific.', 'Propietario', 'Fecha', 'Eventos', and 'Acciones'. The table lists several document versions, including 'E01_Proj_Ej1_v1.0', 'E01_Proj_Ej1_v2.0.doc', 'gr1.3-ej1-v1-corregido.doc', 'gr103.3-ej1-v3.doc', 'gr103.3-ej1-v4.doc', and 'gr103.3-ej1-v5 ejercicio final'.

Nombre	Size	Compartido	Nota	Calific.	Propietario	Fecha	Eventos	Acciones
E01_Proj_Ej1_v1.0	38.5 K				anonymous	2003-09-22		
E01_Proj_Ej1_v2.0.doc	43.5 K				anonymous	2003-09-30		
gr1.3-ej1-v1-corregido.doc	44.0 K				a.garcia	2003-09-22		
gr103.3-ej1-v3.doc	41.5 K				anonymous	2003-10-21		
gr103.3-ej1-v4.doc	52.0 K				anonymous	2003-11-11		
gr103.3-ej1-v5 ejercicio final	46.0 K				anonymous	2003-11-18		

Figura 4. Mejora de la calidad de los ejercicios.

la resolución de dicho ejercicio. Esta información siempre se debe considerar en el proceso de resolución, y permite a los estudiantes establecer discusiones sobre la calidad del documento conseguido y les permite ser más concisos a la hora de realizar consultas a terceras personas referentes a la resolución del ejercicio. Además, les dará la oportunidad de autoevaluarse. Por este motivo se habla de versiones de resolución de un ejercicio, mediante la

generación de versiones de dos tipos de documentos: documentos de trabajo y documentos finales, los cuales coloquialmente se denominan, borrador y versión final, respectivamente. Los borradores se consiguen tras conseguir un acuerdo común respecto a la solución o parte de la solución requerida en el ejercicio. La versión generada da lugar a otra, en caso de necesidad, repitiendo el proceso reiteradamente hasta llegar a un acuerdo de con-

formidad por parte de todos los integrantes del grupo respecto a la calidad conseguida y en el cumplimiento de los objetivos del ejercicio. Una vez conseguida dicha calidad, se aprobará el documento para su publicación como versión final.

En este caso, el responsable genera una copia del documento considerada ahora documento final el cual se remite al profesor para su evaluación. En el caso de la revocación del documento, el profesor lo devuelve comentado con una nota. En este caso, se ha considerado el documento pobre. Cuando esto ocurre, se repite el proceso buscando generar una nueva versión final. Este proceso se repite hasta que el profesor da por aprobado el documento, con lo cual se da por satisfactoria la solución al ejercicio (figura 4 y 5). En este último caso se establece una negociación y un consenso con el profesor, entendido como facilitador, hacia una mejor solución.

Departament de Projectes d'Enginyeria – ETSEIB
 Universitat Politècnica de Catalunya

1. DEL CONFLICTO AL PROBLEMA TÉCNICO

1.1. Descripción del conflicto

¿Qué conflicto teneis para realizar el proyecto?
 ¿Vais a hacer un proyecto para solucionar el conflicto de la escasez de agua en zonas costeras?
 ¿Puede ser que ya tengais decidido que en zonas costeras el agua disponible es la del mar y, portanto, el tema de la desalinización está decidido, con lo que el conflicto que se os plantea es otro?

El incremento de la población humana, unida a la mejora de sus condiciones de vida, ha ocasionado un aumento extraordinario en la demanda de agua para la agricultura, industria y usos domésticos.

Entre las principales causas podríamos destacar:

- Aumento de consumo por habitante en países desarrollados.
- Aumento de la población mundial
- Aumento de la actividad industrial
- Incremento del turismo en zona costeras e islas. La ubicación geográfica de las islas, unida al aumento del turismo puede propiciar una escasez de recursos para el abastecimiento de agua.
- Cambio en las condiciones climatológicas (efecto invernadero)

Figura 5. Revisión de un documento por parte del profesor.

3.3. Sinergia creativa

El desarrollo de un ejercicio se inicia con la asignación de tareas, y el trabajo es continuo hasta conseguir un acuerdo común respecto a la versión final. Las diferentes tareas a realizar suponen un enfrentamiento entre los diferentes puntos de vista de los integrantes del grupo que se plasmarán como aportaciones en el foro, comentarios, aclaraciones, peticiones o respuestas. Las aportaciones acostumbran a generarse tras la asignación de tareas, y más particularmente tras conseguir un primer borrador global. Este mecanismo de interacción da forma al debate, foro o discusión de los miembros del grupo. La cadena de aportaciones, sus relaciones causales y sus mejoras dan lugar a la sinergia creativa donde por simple exposición y debate, cada miembro del grupo interioriza conocimientos de forma continua mejorando sus puntos de vista. Este proceso individual de cada miembro del grupo supone a su vez una mejora de la solución grupal buscada, la figura 6 muestra la aportación de este mecanismo en la forma de un foro.

3.4. Trabajo colaborativo

Todo lo anterior conlleva que la organización de cada grupo contemple la designación de un Coordinador, mientras la organización del trabajo involucra la designación de un responsable para cada ejercicio a resolver. En ambos casos, la finalidad es dirigir la consecución de una solución con animadores (responsables) en los foros del trabajo del resto de los integrantes. Todo estudiante ha de ser responsable de al menos un ejercicio, la figura 7 muestra los campos de información sobre coordinadores y responsables. Mientras el coordinador es la representación oficial del grupo ante el profesor, los responsables tienen la función de asignar las tareas del ejercicio a los integrantes del grupo, reunir el trabajo de todos los integrantes en los borradores, y mantener las negociaciones con el profesor hasta conseguir la aprobación de la versión final.

La forma de operar descrita configura el mapa conceptual del proyecto, garantizando que todos trabajan en todas las etapas del proyecto, como responsables y trabajando en tareas. Este mecanismo garantiza que cada estudiante colabore con sus aportaciones al éxito del grupo y se sensibilice sobre

ianzar el grupo de manera presencial.

Discussion: **el rincón del gr.2.1** 32 entries
 de noticias, chismes y comentarios del grupo.

<p>punto 1.2.2 ▼</p> <p>Jose, deberias intentar reestructurar tu aportacion para ajustarse a los puntos del apartado 1.2.2 Separar lo que son variables de libre disposición de los criterios de evaluación. En el archivo aportacion-david-pascual3 he intentado definir los criterios, echales un vistazo</p>	<p>pasca 2002-03-03</p>
<p>RE: punto 1.2.2 ▼</p> <p>Ya estoy retocando el punto 1.2.2! Por cierto, que te parece mi propuesta para el 1.2.3?? yo creo que está chulal jeje</p>	<p>josejaviertm 2002-03-03</p>
<p>RE: punto 1.2.2 ▼</p> <p>me gusta. la he leído y comentado con miguel y está de acuerdo :-D</p>	<p>pasca 2002-03-04</p>
<p>Raul ▼</p> <p>Enviame algo</p>	<p>pasca 2002-03-03</p>
<p>RE: Raul ▼</p>	<p>rar2000 2002-03-04</p>

Figura 6. Sinergia creativa a través de un foro.

g01-Q2: Grua-Torre (Coordinador: Jordi Castells)									
(P.R: Agata García) (P.C: Santos Gracia)									
Projecte Interuniversitari UPC-UAB									
	Nombre	Size	Compartido	Nota	Califco.	Propietario	Fecha	Eventos	Acciones
1	Anexos finales de los Ejercicios	0				jfernandez	2005-02-14 12:41		
Anexos comunes a más de un ejercicio.									
2	Ej 1: Del conflicto al problema técnico. (Responsable: Marc)	4				jfernandez	2005-02-25 11:48		
Fecha de término 02/03/05									
3	Ej 2: Personas y cosas involucradas en la resolución del conflicto. (Responsable: Rosa Castañé)	4				jfernandez	2005-03-09 12:22		
Fecha de término 09/03/05									
4	Ej 3: El servicio deseado y las condiciones de prestación (Responsable: Jordi)	4				jfernandez	2005-04-03 23:20		
Fecha de término 30/03/05									
5	Ej 4: Propuesta de un sistema mental y unidad fáctica capaz de proporcionar el servicio. (Responsable: Anna)	4				jfernandez	2005-04-12 13:58		
Fecha de término 06/04/05									
6	Ej 5: Los roles de las personas en el sistema propuesto. (Responsable: *****)	4				jfernandez	2005-02-14 12:41		
Fecha de término 20/04/05									

Figura 7. Trabajo colaborativo virtual.

la importancia de trabajar en grupo para conseguir el fin deseado. Al final del curso, cada grupo debe cumplir con el ejercicio 5, la confección, presentación y defensa pública del Proyecto, mediante la exposición de un panel. Esta es una actividad de foro, y cada grupo tiene la obligación de defender su solución ante los profesores y compañeros los que constituyen también un tribunal de calificación relativo. Ésta actividad permite afianzar el grupo de manera presencial.

CONCLUSIONES

Formar proyectistas no es una tarea sencilla. Muchos piensan que basta formarlos en materias donde se «realicen proyectos». No obstante, esto es evitar o no entender el problema y reto de la docencia de proyectos. La pretensión de exponer una metodología formativa de proyectos, tal que la enseñanza se estructure a lo largo de ejercicios prácticos que obliguen a desarrollar los aspectos y metodologías de proyecto más relevantes son determinantes en la eficiencia del proyecto. A partir de una idea nueva o de un artefacto existente, se desarrolla una descripción funcional del artefacto, idea o producto que asegurarán la resolución del conflicto que da fundamento al proyecto. La prioridad del desarrollo de ejercicios prácticos que sirven de base y de modelo para un proyecto en el ejercicio profesional permite modificar la exposición de la teoría, de forma que sea una presentación y una ayuda para resolver los ejercicios prácticos. El ritmo y orden de las clases están marcados por estos ejercicios. La utilización de la metodología propuesta, dada la filosofía de trabajo y el modelo conceptual (unir cooperación con colaboración) permite dar una formación en proyectos completa, da valor a la formación que recibe el estudiante. Todo esto aprovechando las nuevas Tecnologías de la Información para aumentar el potencial formativo de estudiantes y profesores.

Se propone una metodología que a utilizar en sus aspectos teóricos y en su referente virtual BSCW. La adaptación de los ejercicios ha permitido detectar una deficiencia en cuanto a los contenidos demandados en temas de seguridad, y esto supondrá una mejora de la metodología clásica utilizada en la especialidad Organización Industrial, sin dejar de mencionar que para formación de Ingenieros Químicos produce no altera su formación original sino que la enriquece especialmente al potenciar el aprendizaje cooperativo. Al introducir este aprendizaje se pueden señalar

varios comentarios sobre el trabajo realizado: (i) La metodología presentada no es definitiva. Tal como plantea la metodología suponen un proceso de mejora continua, pero el camino seguido es el acertado, lo cual se encuentra avalado por el grado de aceptación de la literatura generada a partir de las diversas experiencias con diferentes versiones que buscan mejorar la metodología. Esto se debe a que la formación de un Ingeniero Químico demanda un fuerte dominio de conceptos técnicos muy precisos junto con habilidades personales y organizacionales. Unir todo esto hace revisar cada experiencia y las propias prácticas de aprendizaje cooperativo. (ii) Queda plasmado que utilizando la metodología el trabajo de profesores y estudiantes se ve incrementado por el trabajo que demanda la aplicación de la metodología, en cuanto a la preparación como al seguimiento, pero la contraprestación que se prevé es la consecución que los alumnos adquieran un alto grado de participación y una fuerte sensibilización hacia la adquisición de habilidades para pensar, aprender y trabajar en equipo, aparte de producir y gestionar de manera cooperativa y colaborativa. (iii) Con relación a BSCW, está claro que no tiene sentido utilizarlo sin un marco metodológico. Sin este marco, BSCW no es más que software de almacenamiento o repositorio de documentos o mensajes. La metodología obliga una dinámica que realmente explota el potencial de BSCW y no se ve como un software sino como un instrumento de apoyo al trabajo virtualizado con información digitalizada.

BIBLIOGRAFÍA

- Blasco, J. *Comentarios al proyecto (De omni re scibile)*. Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España. pp. 326, 1966.
- Blasco, J. *Introducción al proyecto*. Presentación dinámica por ordenador. [CD-ROM]. Departament de Projectes d'Enginyeria. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España, 1998.
- Blasco, J. *Los artefactos y sus proyectos*. Ediciones UPC (1ª ed.). Barcelona, España. pp. 399, 2000.
- Blasco, J. *Los proyectos de sistemas artificiales: el proyectar y lo proyectado*. Ed. UPC. España, 2002.
- Estay, C.; Blasco, J. El universo de proyectos: una epistemología sistémica para proyectos. *Electronic Proceedings V International Congress of Project Engineering*, 4-6/10. España, 2000a.

Estay, C.; Blasco, J. Un planteamiento semiótico-sistémico en proyectos: la trayectoria de diagramas. *Electronic Proceedings V International Congress of Project Engineering*, 4-6/10. España, 2000b.

Estay, C.; Cisteró, J.; García, A. y Gracia, S. *Aportaciones de Jaume Blasco a la docencia de proyectos: bases teóricas, fundamentos metodológicos y extensión / aplicación computacional*. Ponencia presentada en: VI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Barcelona, España, 2002.

Estay, C.; García, A.; Cisteró, J.; Gracia, S. y Fernández, J. Utilización de entorno virtual de trabajo colaborativo BSCW como soporte de docencia cooperativa en proyectos. Ponencia presentada en: III Congreso Internacional Virtual de Educación. España, 2003.

Fernández, J. Metodología de diseño de proyectos de Ingeniería Química. PFC. UPC, 2005.

García-Carrillo, A. *Metodología de enseñanza-aprendizaje colaborativo y cooperativo basada en la resolución de problemas-proyectos con soporte de entornos virtuales de trabajo*. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España. pp. 158, 2004.

García-Carrillo, A.; Gracia, S.; Estay-Niculcar, C.; Cisteró, J.; Fernández-Ros, J.; Álvarez-Larena, A. Metodología de enseñanza-aprendizaje en diseño de proyectos de ingeniería. *Afinidad*, 64 (529), pp. 456-463, 2007.

Gracia, S. *Proyecto docente*. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España, 2002.